

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ла(сила Сафмена F_S). Если направление скорости обтекания и вращения совпадают, давление падает. В область более низкого давления перемещается частица и возникает поперечная сила Магнуса F_M . Выполнили оценку влияния на силы F_S и F_M давления p , температуры газа t , размера частиц δ , разности скоростей фаз Δw , градиента скорости, скорости вращения ω_2 .

Исходные данные: $\Delta w = 1 \text{ м/с}$, $t = 50^\circ\text{C}$, $\text{grad}w = 5 \text{ с}^{-1}$, $\omega_2 = 100 \text{ с}^{-1}$. Установлено, что если давление увеличивается с 0,4 до 1,6 МПа, то сила F_M возрастает соответственно с $2 \cdot 10^{-20} \text{ кН}$ до $8,2 \cdot 10^{-20} \text{ кН}$ и с F_S с $0,06 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$ до $0,115 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$.

Получено, например, что с ростом δ с 0,3 до 1 мкм при $p = 0,8 \text{ МПа}$ сила F_M увеличивается с $0,88 \cdot 10^{-20} \text{ кН}$ до $32,7 \cdot 10^{-20} \text{ кН}$, сила F_S при этих условиях возрастает с $0,03 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$ до $0,326 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$. При $\delta = 1 \text{ мкм}$ и увеличении давления p с 0,4 до 1,6 МПа силы F_S и F_M увеличиваются: F_S с $0,23 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$ до $0,46 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$, а сила F_M с $16,4 \cdot 10^{-20} \text{ кН}$ до $65,5 \cdot 10^{-20} \text{ кН}$.

Силы F_M и F_S с увеличением разности скоростей фаз Δw при любом значении давления p растут. Так, если при $p = 1,6 \text{ МПа}$ разность скоростей Δw увеличивается с 0,5 до 1,7 м/с, то сила F_M возрастает с $4,1 \cdot 10^{-20} \text{ кН}$ до $13,9 \cdot 10^{-20} \text{ кН}$, сила F_S при этих условиях увеличивается с $0,06 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$ до $0,19 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$.

Особое воздействие на силу F_M оказывает градиент скорости. Так, при $\delta = 1 \text{ мкм}$ увеличение градиента скорости с 7 до 10 с^{-1} приводит к возрастанию F_M с $4 \cdot 10^{-16} \text{ Н}$ до $4 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$. Второй пример, если градиент скорости равен 10 с^{-1} при увеличении δ с 0,1 до 1 мкм, то сила F_M возрастает с $0,03 \cdot 10^{-12} \text{ Н}$ до $4,1 \cdot 10^{-12} \text{ Н}$.

Аналогичные связи между параметрами легко проследить по расчетным значениям, учитывающим разность скоростей, температуру, скорость вращения и давление.

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА МИХАЕЛИДИСА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ В ТРАНСПОРТНОМ ПЫЛЕПРОВОДЕ

Р.Д. Куземко, доцент, канд. тех. наук, ГВУЗ «ПГТУ»

Порошкообразные материалы (пылеугольное топливо, смесь руды FeO с CaCO_3 и измельченного угля, Fe – руда, Mn – руда, кокс, известняк, серпентин, карбид кальция, смеси типа «карбид кальция - уголь», угольные гранулы, смесь железистых и щелочных флюсов, трехфазная смесь угольного порошка (или смолы), топливо-флюсовые смеси). За-

траты энергии на транспорт будут существенно зависеть от таких параметров как пылевая загрузка μ , плотность ρ_2 и диаметр частиц δ , форма частиц, теплофизические свойства несущего газа и др. К важнейшим физическим фактором, влияющим на трение, следует отнести физические свойства материалов. Например, при трении дисперсных материалов о металлическую стенку трубы коэффициент сопротивления – коэффициент Михаелидиса K – изменяется от $K=0,058$ для системы «уголь-стальная труба» до $K = 0,188$ для системы «песок-стальная труба». При расчете влияния K использовали систему дифференциальных и алгебраических уравнений движения и энергии. Например, для односкоростного потока уравнение сохранения импульса имеет вид

$$\frac{d}{dx}(Gw_{12} + p) = -F_w + r_{12}g.$$

Остальные уравнения, как и обозначения являются общеизвестными. Например, коэффициент трения частицы о стенку рассчитывали по формуле

$$\zeta_2 = K\mu / Fr^{1/2}, Fr = w^2 / (gD).$$

Численные расчеты были выполнены по следующим исходным данным. Расход несущего газа (N_2) составлял $V = 1000 \text{ м}^3/\text{ч}$, пылевая загрузка $\mu = 10\text{-}150 \text{ кг/кг}$, расход технологического порошка $m_2 = 215 - 1075 \text{ кг/мин}$, эквивалентный диаметр и плотность порошка $\delta = 0,06 - 0,4 \text{ мм}$, $\rho_2 = 1600 - 3000 \text{ кг/м}^3$. Внутренний диаметр металлического трубопровода составлял $D = 61 \text{ мм}$, его длина $l = 400 \text{ м}$.

Получено, что при увеличении пылевой загрузки μ с 10 до 50 кг/кг (уголь) начальное давление в пылепроводе возрастает с 1,2 при $K = 0,058$ до 1,8 МПа при $K = 0,131$.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ГАЗОПОРОШКОВЫХ ПОТОКОВ В СВЕРХЗВУКОВЫХ СОПЛАХ ПРИ РАЗДУВЕ ШЛАКА В КОНВЕРТЕРЕ

Р.Д. Куземко, доцент, канд. тех. наук, ГВУЗ «ПГТУ»

При описании движения газовзвеси в сверхзвуковых соплах газопорошковую смесь рассматривали как непрерывный многоскоростной континуум со взаимопроникающим движением сред, межфазным обменом импульсами. Система дифференциальных уравнений включает уравнение неразрывности для газовой фазы и частиц